SG－1025/17.4－M850

控制循环锅炉

说

明

书

上海锅炉厂有限公司

编写说明

Apple 发电厂二期工程 1025t/h 控制循环锅炉，是上海锅炉厂有限公司在吸收了多台控制循环锅炉设计、制造、运行经验的基础上，采用了原美国燃烧工程公司的转让技术，并进行了优化设计制造的产品。为了让用户对该产品有较全面的了解，我公司编制了各种技术文件，以这些技术文件为依据编写本说明书，旨在为用户制订运行规程提供方便。

应该指出，锅炉的启动、运行和停炉与全厂的控制系统，汽轮机的特性以及各类辅机的技术要求密切相关。本说明书应作为电厂编制运行规程的指导性文件，希望电厂结合自身特点，凭借丰富的运行经验，对其进行调整、补充和完善。

目　录

1 锅炉机组的启动

1.1 启动原则

锅炉启动分冷态启动和热态启动两种，前者是指锅炉的初始状态为常温和无压，新装或经过较长时间（55 小时以上）备用后的锅炉启动都属于这一种；后者是指经过较短时间（2～8 小时）的停用或处于热备用状态的锅炉启动，这时锅炉内有一定的压力，其受热面金属和炉墙构件的温度还相当高。

启动锅炉的目的就是要向汽机供应合格的蒸汽。在单元机组中，启动是联合进行的，一般由上水、吹扫、点火、暖管、冲转、暖机、升速、并网和升负荷等几个过程组成。

在启动过程中，省煤器、过热器和再热器内部工质流动尚不正常，管道内工质流量很少，甚至有些在短时间内是不流动的。因此，这些受热面不能正常地被工质冷却。为此，在启动过程中，对燃烧率的控制是十分重要的。

锅炉开始点火时，炉内温度很低，在点火后的一段时间内，为了控制各部件的加热过程，防止某些受热面超温，投入的燃料量较少，炉内的温度不高，这时如燃烧控制不好，很容易熄火，处理不当的话，会发生爆燃，容易造成设备损伤。

另外，在启动过程中，锅炉所用的燃料，一部分是用于加热工质和锅炉各部件；一部分则消耗于排汽和放水，损失了一部分工质和热量；再者，低负荷时锅炉燃烧损失较大。这些损失的大小直接与启动方式、操作方法和持续时间等有关。

综上所述，在锅炉启动过程中有安全和经济两方面的问题，锅炉启动原则：在确保设备触的条件下，既能满足整套机组的需要；又要尽量地节省工质和燃料，力求在最短的时间内满足机组运行的需要。对于新装的锅炉，由于性能还没有完全掌握和操作经验的欠缺，启动更应十分谨慎。

1.2 冷态启动

1.2.1 锅炉上水

1.2.1.1 一般应由电动给水泵上水，也可以用凝升泵或补给水泵上水，上水前投入水位电视及摄像头的冷却系统，并按规定打开锅炉排气阀。

l.2.1.2 给水品质合格后方可上水，给水品质标准如表 1。

表1 给水品质标准

1.2.1.3上水温度＜104℃，进水速度为30～60t/h，总进水最约$200m^3$

<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="2">项目名称</th><th>单位</th><th>设计要求数值</th></tr>
<tr><td>l</td><td colspan="2">总硬度</td><td>μg/L</td><td>0</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">二氧化硅</td><td>μg/L</td><td>＜20</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">氧</td><td>μg/L</td><td>＜5</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">铁</td><td>μg/L</td><td>＜10</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">铜</td><td>μg/L</td><td>＜5</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">联氨</td><td>μg/L</td><td>＜10～20</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">总固体</td><td>μg/L</td><td>＜50</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">PH</td><td>铜合金设备</td><td rowspan="2"></td><td>8～9.2</td></tr>
<tr><td>无铜设备</td><td>9.2～9.4</td></tr>
</table>

1.2.1.4上水时间：夏季＞2小时，冬季＞4个时。

1.2.1.5上水时应注意事项：

（1）锅炉上水前先启动补给水泵或凝升泵,向炉水循环泵注水排气（具体见832－1－8607循环泵冷却系统说明书）；

（2）启动电动泵进水，调节出口旁路阀，控制进水速度；

（3）在锅筒水位出现时，关小给水调节门，开连排二次门，使水位缓慢上升到＋200mm，然后关闭连排二次门，关闭电动泵出口旁路门，停止进水。

1.2.2启动炉水循环泵

1.2.2.1确认A、B、C炉水循环泵满足启动允许条件后方可启动。

l.2.2.2启动B炉水循环泵，如出现锅筒水位降至最低可见水位时，应停止B炉水循环泵，重新上水至＋200mm再启动。

1.2.2.3按上述步骤，依此启动A、C炉水循环泵。

1.2.3点火前的准备及清扫

1.2.3锅炉上水后进行炉水品质分析化验，合格后方可准备点火。

1.2.3.2 核对锅筒两端水位计指示，并控制盘上的水位进行核对。

1.2.3.3 启动甲、乙预热器，正常后投入盘车与电动机联锁及轴承温度保护。

1.2.3.4 确认炉底灰斗，省煤器灰斗、电除尘器灰斗密封良好。

1.2.3.5 启动 A 引风机

（1）确认 A 引风机满足启动条件；

（2）确认 A 和 B 送风机出口挡板和进口调节动叶全开；

（3）确认 B 引风机隔离；

（4）启动 A 引风机，并维持炉膛负压－0.1～－0.15KPa。

1.2.3.6 启动 A 送风机

（1）确认 A 送风机启动条件满足；

（2）确认 A 送风机出口挡板自动开启；

（3）确认 B 送风机送风机自动隔离；

（4）确认 A 引风机出口挡板自动开启；

（5）启动 A 送风机，并调节炉膛压力，维持在－0.04～－0.1KPa，并置炉膛压力控制自动。

1.2.3.7 启动 B 引风机

（1）确认 B 引风机启动条件满足；

（2）确认 B 引风机出口挡板自动开启；

（3）启动 B 引风机，并维持炉膛负压－0.1～－0.15KPa。

1.2.3.8 启动 B 送风机

（1）确认 B 送风机启动条件满足；

（2）确认 B 送风机出口挡板自动开启；

（3）确认 B 引风机进口挡板置自动；

（4）启动 B 送风机；

（5）同时调节两台送风机，使总风量达到 30～40%；

（6）调节辅助风挡板，使风箱/炉膛差压稳定在 0.36～0.38KPa，并将辅助风档板置自动。

（若单侧送、引风机启动点火，总风量也应调节至 30～40%。）

l.2.3.9 启动暖风器

（1）当入口风温与排烟温度之和小于 150℃；

（2）空气预热器冷端温度控制器置自动；

（3）暖风器投入运行，疏水品质不合格时，排至定排扩容器；疏水经化验合格后，启动疏水泵，将疏水回收，送入除氧器。

l.2.3.10 启动火焰监测器探头冷却风机

（1）确认 A 和 B 冷却风机满足启动条件；

（2）启动 A 冷却风机，B 冷却风机备用；

（3）就地检查冷却风管压力，确认其满足设计要求。

l.2.3.11 投入一次风机油系统。

1.2.3.12 投入高、低压旁路油系统。

1.2.3.13 炉前油系统泄漏试验，按设计规定的油系统压力进行炉前油系统的泄漏试验，合格后方可投入油循环。

l.2.3.14 投入炉前油系统

（1）开启油系统再循环门；

（2）燃油粘度满足≤4°E；

（3）燃油母管压力：l.8MPa；

（4）雾化蒸汽参数：压力 0.7MPa，温度＜250℃，过热度≥328℃。

l.2.3.15 炉膛吹扫

（1）吹扫允许条件；

l）油泄漏试验完成；

2）油跳闸阀关闭；

3）两台预热器运行均正常；

4）所有油喷嘴阀关闭；

5）锅炉无跳闸指令；

6）系统电源均可用；

7）除尘器均停运；

8）总风量≥30%；

9）所有磨煤机停运；

10）锅筒水位正常；

11）所有给煤机停运；

12）所有火检无火；

13）两台一次风机全停；

14）所有辅助风挡板在调节位置；

15）所有热风门关闭。

（2）炉膛吹扫；

1）确认锅炉具备吹扫条件；

2）炉膛吹扫 5 分钟；

3）确认吹扫完成，锅炉方可进入点火程序

1.2.3.16 手动或遥控就地炉膛烟温探针，按探针伸入按扭，使探针伸入炉膛。当炉膛出口烟温超过 538℃时，发出报警，烟温探针自动退出。

1.2.3.17 投入炉膛火焰监视电视。

（1）确认炉膛火焰监视电视摄像头冷却风机风压满足要求；

（2）投入炉膛火焰监视电视。

1.2.3.18 开启省煤器再循环阀。

1.2.3.19 启动点火风机，点火风控制挡板投入自动。

1.2.4 投入 AB 层油枪

1.2.4.1 确认投入油枪的条件：

（1）无 MFT 指令；

（2）燃油母管切断阀开。

（3）空气流量＞30%；

（4）扫描风机冷却风压正常；

（5）燃油压力与雾化蒸汽压力正常；

（6）燃烧器倾角为水平位置。

1.2.4.2 油枪投入，先投 AB 层＃1 角油枪，开启＃1 角油阀，炉前油系统再循环阀自动关闭，启动＃1 角点火器，点火时点火风与炉膛之间的压差维持在正常范围，压差可通过点火挡板来调节。

l.2.4.3 投入#l 角油枪后，每隔 15 秒依次投入＃3、＃2、＃4 角油枪。当点火器切除后，点火风与炉膛间的压差必须维持在 0.25～0.4KPa 以上，以满足点火喷咀冷却需要。

1.2.4.4 投 AB 层时如点火不成功，可再试两次，三次都不成功，则应联系检修人员处理。

1.2.4.5AB 层投入后油压下降，此时调节流量开度以保持油压稳定在正常范围。

1.2.4.6 通过炉膛火焰监视电视和就地观察孔，观察燃烧情况。如燃烧不佳，通常表现为：

（1）着火不稳定：

（2）火焰上有烟尾巴；

（3）火焰不明亮；

（4）有未燃烬碳形成的火星；

（5）火焰形状不规则。

1.2.4.7 根据燃烧情况和需要采用投 AB 层油枪同样的方法投入 BC、DE 层油抢。

1.2.5 投入空气预热器冷端吹灰器。

1.2.6 锅炉水位和给水基本稳定后，给水调节旁路门置自动。同时，电动泵转速控制也置自动。

1.2.7 升温升压速率可参考图 1。根据实际的升压曲线及升压趋势，调节燃油调节阀开度，或改变油枪投入的数量。并注意下列情况：

l.2.7.1 利用膨胀指示器定时检查锅炉各部位的膨胀情况，如有异常，应查明原因。若有膨胀部件卡住，应停止升压、尤其要注意墙式再热器相对水冷壁及锅炉下部的膨胀，锅炉各部件的膨胀量见 50—El—05 锅炉膨胀系统图。

1.2.7.2 在并网前控制炉膛出口烟温＜538℃。

1.2.7.3 注意锅筒水位变化，当给水调节不能维持正常水位时，可辅以连排门、定排门一起控制，保持水位在－50～＋50mm。

1.2.7.4 当锅筒压力升到 0.1MPa 时，应冲洗就地锅筒水位计。

1.2.7.5 当锅筒压力升到 0.2MPa 时，应就地关闭下列空气门：

（1）锅筒二次空气门；

（2）过热器减温器后放气阀；

（3）分隔屏出口放气阀；

（4）后屏出口放气阀；

（5）末级过热器出口启动排汽阀。

（如上述二次空气门关闭后，仍有冒汽现象，则应同时关闭一次空气门，或联系检修处理。）

1.2.7.6 锅筒压力达 0.5MPa 时，关闭炉顶进口集箱疏水门，并通知检修和热工人员分别进行热紧螺丝和仪表疏水。

1.2.7.7 当锅筒压力达 2.1MPa 时，停止向炉水循环泵充清洗水。

1.2.7.8 当锅筒压力升到 2.7MPa 时，若主汽温已达 278℃，5%旁路阀全开。

1.2.7.9 当主汽压力升到 4.1MPa 时，应适当减少燃油量，保持汽压稳定。当主汽温升到 320℃时，汽机即可冲转。

l.2.7.10 若汽温低于 320℃，加强燃烧以提高汽温，但炉膛出厂烟温仍不能大于 538℃。

l.2.8 汽机冲转时锅炉的操作

1.2.8.1 锅筒维持低水位，防止冲转后锅筒水位上升过多。
1.2.8.2 调节燃油量，使主汽温稳定在 320℃。
1.2.8.3 调节 5%旁路疏水，使汽压稳定在 4.1MPa。
1.2.8.4 炉膛出口烟温＜538℃。
1.2.8.5 过热器出口电磁安全阀置自动。
1.2.9 汽轮机暖机期间的锅炉操作
1.2.9.1 稳定汽温在 320℃，汽压在 4.1MPa，满足汽机升速与暖机的要求。
1.2.9.2 炉膛出口烟温应＜538℃。
1.2.9.3 进行汽动给水泵启动前的各项检查。
1.2.10 汽机并网时的锅炉操作。
1.2.10.1 当汽机转速升至 3000r／min 时，机组开始并网。
1.2.10.2 适当增加燃油量，锅炉以 0.1MPa／min 的升压率进行升压。
1.2.10.3 炉烟温度探针全部退出炉外，5%旁路自动关闭。
1.2.10.4 初负荷保持时间内，应尽量稳定汽温、汽压。
1.2.11 机组升负荷时的锅炉操作
l.2.11.1 负荷 0～10%（0～30MW），主汽压力 6.1MPa。

（1）燃油压力升到 2.1MPa，启动 BC 层油枪：
（2）开启过热器减温水总门：
（3）当负荷达到 7%（21 MW），做好制粉系统投运准备；
（4）A、B 送风机置自动，氧量校验置自动；
（5）当负荷升到 10%（30 MW）时，校对参数：主汽温度＞330℃，主汽压力＞4.9MPa，再热汽温＞280℃，空气预热器二次风出口温度＞177℃。

1.2.11.2 负荷 10～20%（30～60MW），主汽压力 7.24MPa。

（1）确认一次风机 A 满足启动条件，启动一次风机 A，确认一次风机 A 出口挡板自动开启；
（2）确认一次风机 B 满足启动条件，启动一次风机 B，确认一次风机 B 出口挡板自动开启；
（3）调节两台一次风机，使其出口风压升到满足设计要求；
（4）确认 A 密封风机启动，密封空气母管与磨碗压差正常：
（5）确认 A 磨煤机满足启动条件，投 A 磨，检查 A 磨煤机电流，密封空气阀，轴颈液压泵及振动情况；
（6）开启 A 磨煤机热风门，一次风量控制置自动，控制磨煤机出口的温升率以满足设计要求；
（7）确认 A 磨煤机满足启动条件，启动 A 给煤机，观察炉内燃烧情况，检查 A 磨煤机的电流，A 层周界风挡板；
（8）根据图1，逐渐增加给煤机转速，降低燃油量，以控制主汽温升率，主汽压力的变化率；
（9）当燃油量降低至一半时，油压接近1MPa，停BC层油枪，同时调节底层风门挡板；
（10）当负荷升到20%（60MW）时，校对参数：主汽压力＞6.8MPa，主汽温度＞380℃，再热汽温＞325℃。此时，若给煤机置自动，则应使锅炉主控手动改变燃料量：
（11）当负荷接近20%时，给水旁路调节阀自动切至主阀。

1.2.11.3 升负荷 20%～35%（60～105 MW），主汽压力8.8MPa。

（1）关闭启动辅助汽源；
（2）如果炉水含硅量超过规定，应停止升压升负荷，开大连排门进行洗硅，炉水含硅

量与锅筒压力的关系见表二，炉水含硅量降至规定位以下时，再升压升负荷；

表2 炉水含硅量与锅筒压力的关系

锅筒压力	MPa	8.96	10.33	11.7	13.1	14.48	14.87	16.24	17.62
保证蒸汽带硅量不大于0.02mg/l的最大炉水含硅量（相应的磷酸盐处理炉水PH＝10）	mg/l	3.6	2.3	1.5	1.0	0.7	0.5	0.3	0.25
炉水挥发性处理PH＝9.0	mg/l			0.8	0.5	0.3	0.25	0.2	0.2

（3）当负荷达到35%（105 MW）时，校对参数：主汽压力＞9.5MPa，主汽温度＞450℃，再热汽温＞400℃；

（4）启动汽动泵，进行电动泵一汽动泵切换，停电动泵并保持备用。

l.2.11.4负荷35%～50%（105MW～150MW），主汽压力11.5MPa

（1）给煤机A转速升至70%，启动B层制粉系统；

（2）逐渐增加给煤机 B 转速，使其与 A 给煤机同速，并投自动；

（3）当过热汽温达 530℃时，过热汽温控制置自动；

（4）当负荷达 50%（150 MW）时，校对参数：主汽压 12.0MPa,主汽温度 530℃，再热汽温＞490℃，继续洗硅，使炉水含硅量＜0.8 mg/l；

（5）燃料风挡板控制置自动。

l.2.11.5 负荷 50%～100%（150MW～300MW），主汽压力 16.5MPa

(l）当负荷达 60%（180MW）时，再热汽温达 538℃，燃烧器摆动控制置自动，再热器喷水减温控制置自动：

（2）当 A、B 两台给煤机转速超过 60%，负荷达 70%时，依次#1、#3，#2、#4 停 AB 层油枪，油枪停用经 5 分钟吹扫后全部退出，油系统打循环，应继续洗硅，硅含量合格后，继续升负荷；

（3）当负荷达 75（225MW）时，A、B 给煤机转速达 80%，启动 C 层制粉系统，逐渐增加 C 层给煤机转速、使之与 A、B 层给煤机转速一致，给煤控制置自动；

（4）当负荷达 80%（240 MW）时，校对参数：主汽压力为 17.3MPa，主汽温和再热汽温在额定值 540℃，并全面检查泄漏情况：

（5）待燃烧稳定后应进行一次全面吹灰；

（6）根据需要，稳定运行或继续升负荷；

（7）适当调整通风量，100%负荷时，省煤器出口过量空气系数维持在 1.2～1.25：（8）调整煤粉细度，使其满足设计要求。

l.3 启动时的注意事项

1.3.1 监视锅筒水位，使水位波动范围控制在正常水位的±50mm 范围内。

l.3.2 当锅筒压力达到 0.69MPa 时，启动第三台炉水循环泵，以避免来在炉水温度变化很快时进行启动，使泵壳产生较大的热应力。

（1）炉水循环泵差压维持正常范围：

（2）炉水循环泵电机电流正常；

（3）炉水泵电机腔出口温度满足保护值需要；

（4）泵壳与炉水的温差满足保护值需要。

1.3.3 启动期间，饱和温度升率应控制在以下范围内

压力 0～3.43Mpa；温升率 2.78～3.7℃／min

压力 3.43～16.57 Mpa；温升率＜5.55℃／min

1.3.4 在升压过程中，要随时检测炉水的硅含量，及时调节连排门的开度和升压速度，当炉水含硅量超过规定标准时，应停止升压，进行洗硅，必要时降压运行。

1.3.5 升温升压期间，要经常检查各受热面元件的膨胀情况及支吊杆支吊状况。并根据膨胀情况，适时进行下联箱的疏放水，当膨胀异常时，应停止升压，查找原因，待膨胀正常后，再继续升压。

1.3.6 在机组并网前严格控制炉膛出口烟温，使之低于 538℃，若超过此值，应适当减少燃料量。

1.3.7 在启动期间，严密监测过热器和再热器炉外壁温小于报警值。

1.3.8 在启动期间，后烟井下集箱疏水阀全开，过热蒸汽压力由疏水阀控制，当机组并网后，关闭疏水阀。

1.3.9 点火前，所有再热器的疏水阀、排气阀打开。通向大气的排气阀和疏水阀在冷凝器建立真空前必须关闭，而高低温再热汽管至凝汽器的疏水阀都开启，直至机组升负荷时方能关闭。

1.3.10 省煤器再循环阀，在锅炉建立连续给水前一直开启，以防省煤器汽化。

1.3.11 监视空气预热器的出口烟温，以防止二次燃烧、热变形和低温腐蚀。

1.3.12 燃烧及控制系统

1.3.12.l 制粉系统的运行方式，要满足控制要求；

1.3.12.2 投油时应对油枪燃烧情况进行观察，若燃烧不稳定应进行调整；

1.3.12.3 投煤粉时注意燃烧调整，如煤粉投入后不着火，应立即停止投粉，并保持炉膛压力－0.l～－0.15KPa，加强通风 5 分钟，此时应保持油枪燃烧稳定。待查明原因并消除后，方可进行第二次投粉，若两次投粉均不着火，除上述规定处理外，应联系检修和热工人员检查处理；

1.3.12.4 周界风的控制：投粉后 50 秒再开该层周界风，断粉后 50 秒再关该层周界风：

1.3.12.5 通过火焰监测电视，观察燃烧情况，防止因燃烧不稳定引起汽温和烟温急剧变化，当汽温烟温急剧上升时，应降低升压速度，必要时应暂停一部分燃烧器；

1.3.12.6 应注意各自动调节装置的运行情况，当发生故障或调节不良时，应手动控制，并联系热工处理。

1.4 热态启动

1.4.1 不带汽机旁路的热态启动

1.4.1.1 启动准备

（1）炉水循环泵注水排汽；

（2）点火前半小时通知汽机启动电动泵向锅炉上水；

（3）启动炉水循环泵：

（4）启动空气预热器；

（5）启动送、引风机；

（6）启动火焰监测器探头冷却风机：

（7）投入除灰除渣系统。

1.4.1.2 锅炉点火升压

（1）启动步骤仍按冷态启动进行，汽机冲转参数应根据汽机第一级温度确定，升温升压参照锅炉热态启动曲线（图二）进行；

（2）热态启动，点火后尽快提高汽温，以满足汽机冲转要求，如汽压升得快而汽温升得太慢时，应适当开大 5%启动旁路阀门的开度，或适当增加油量或增加油层，但必须注意炉膛出口温度不超过 538℃；

（3）汽机冲转期间，应尽量保持汽温汽压平稳；

（4）升速及并网带初负荷期间的操作见冷态启动。

1.4.1.3 升负荷

（1）机组按 l.5%min（4.5 MW/min）或根据汽机升负荷要求升温升压，维持一定参数升至额定负荷，当定压运行后可按 5%升负荷率升负荷；

（2）升负荷过程中的其他操作见冷态启动：

1.4.2 带汽机旁路的热态启动

热态启动只适用于汽机热态启动，尤其是汽机停止 8 小时以内极热态启动。

1.4.2.1 启动前的准备与不带旁路的热态启动相同。

1.4.2.2 锅炉点火升压

（1）联系汽机投一、二级旁路系统；

（2）炉膛吹扫；

（3）投炉前油系统；

（4）投炉膛烟温探针：

（5）锅炉点火升压操作见冷态启动，升温升压控制见图 2；

（6）锅炉升温升压速率可用汽机旁路来调节；

（7）根据汽机当时要求确定冲转参数；

（8）在汽机冲转至初负荷期间，锅炉尽量维持汽温稳定。

2 锅炉机组运行的控制与调整

2.1 概述

所有锅炉设备都是为了特定的目的而设计的。锅炉的运行调节，就是要确保机组运行的安全性和经济性，无论是人工调节，还是自动调节，运行人员都必须以掌握锅炉的运行特性为基础，完成下列任务：

（1）使锅炉的供汽量适应负荷变化的需要或保持给定负荷；
（2）使过热蒸汽和再热蒸汽压力保持在一定范围内；
（3）使过热蒸汽和再热蒸汽温度保持在一定范围内；
（4）保持锅筒水位在一定范围内：
（5）保持燃烧的经济性和锅炉效率；
（6）保持炉膛负压在一定范围内：
（7）保持蒸汽品质在一定范围内：
（8）保持一定的热风温度；

2.2 燃烧调整

2.2.1 燃烧调整的目的是保证燃烧的稳定性，提高燃烧的经济性，同时使炉膛热负荷分配均匀，减少热偏差，保证锅炉机组各运行参数正常：

2.2.2 根据煤质，确定适宜的一、二次风及周界风的配比，组织良好的炉内燃烧工况。

2.2.2.1 按设计煤种（或实际燃用煤种）控制调整一、二次风达到合理的配风要求，并注意监视甲、乙两侧风量比，并及时调整消除风量偏差。

表 3 设计工况的一、二次风率和风速、风压

项目	风率	风速	风温
单位	%	m/s	℃
一次风	20.21	25	80
二次风	79.79	45	325.6

2.2.2.2 经常检查炉内燃烧工况，观察煤粉的着火情况，正常燃烧时炉膛火焰呈明亮的金黄色，具有良好的火焰充满度，火焰居中。

2.2.2.3 正常运行中保持省煤器出口含氧量在正常范围。

2.2.2.4 及时调整送、引风量，保持炉膛力在正常范围。

2.2.2.5 注意锅炉运行中的漏风情况，正常运行中所有孔门应严密关闭。

2.2.3 根据炉前煤的分析，及时了解煤质变化，并采取相应的措施。

2.2.4 一次风的调节，必须大于满足最低一次风速，以保证管道中不沉积煤粉，冷风量调整根据给煤机的转速而定，磨煤机出口的热风温度应由热风门开度而定。

2.2.5 二次风的调节，根据满足省煤器出口最佳空气系数及辅助风、燃料风和顶部二次风的分配进行。

2.2.6 改变锅炉负荷时、应注意风煤比的的匹配，当负荷变化不大时，可调整给煤机的转速，调整幅度不宜过大，以防一次风管的堵塞，并尽量减少对燃烧的影响。当负荷变化幅度大时，应启、停磨煤机。

2.2.7 燃烧调整时，应注意各段过热器蒸汽和再热器蒸汽工质温度的变化，以防管壁超温，注意炉膛结渣情况，定期进行水冷壁吹灰，如发现结渣应及时消除，当结渣严重时，应降低锅炉负荷。

2.2.7.1 当燃烧不稳定时，应停止水冷壁吹灰及打焦。

2.2.7.2 低负荷时，如锅炉燃烧不稳定，应及时投入油枪，稳定燃烧。

2.2.7.3 调整汽压时，在汽压上升过程中，应注意提前减少煤量，使汽压趋于稳定后再适当增加煤量，以稳定汽压，不使汽压下降。遇有高汽压，大量减煤时，注意同时减风，如配合不

好，反而使汽压瞬间上升。

2.2.8 调整粗粉分离器的挡板开度，保持合理的煤粉细度。

2.2.9 低负荷时要少投燃烧器，保持较高的煤粉浓度。高负荷时，要多投燃烧器，使炉内热负荷均匀，燃烧稳定。

2.2.10 经常检查燃烧器的工作状况及时除渣。高负荷时，在保证气温符合要求的情况下，燃烧器不要向上摆动，防至止火焰中心上移太多，使炉膛出口烟温过高，造成结渣。

2.3 汽温的调整

2.3.1 锅炉在正常运行时，应严格监视和调整主蒸汽温度、再热汽温度，使之维持在正常范围。

2.3.2 运行中应严密监视，观察汽温记录表的记录趋向，尽量减少影响汽温变化的因素，如降低汽压的变化率，降低升降负荷速度，根据煤质变化改变制粉系统运行方式，并监视各级过热器、再热器望温变化情况及时调整，使不超过规定值。

2.3.3 要掌握负荷的变化对辐射式过热器汽温的影响，适当合理地使用一、二级减温水和燃烧器摆角进行调温。

2.3.4 主汽温的调节手段及方法

2.3.4.1 过热器主要采用喷水减温。

2.3.4.2 主汽温度高时调整应采取下述措施。

（1）缓慢开大减温水，观察减温器后温度的变化，注意减温水不要猛加猛减；

（2）视再热汽温情况，考虑降低火焰燃烧中心，如燃烧器摆角适当下倾，或停止上层燃烧器运行，投下层燃烧器；

（3）注意对水冷壁、省煤器、过热器、再热器的吹灰工作；

（4）降低负荷，减少给煤量，燃烧不稳时，投油助燃；

（5）在燃烧完全的前提下，尽量减少风量或在总风量不变的情况下增加上层二次风量，减少下层二次风量。

2.34.3 主汽温度低时，调整采取下述措施。

（1）关小至关闭减温水，观察减温器后温度正常否：

（2）视再热汽温情况，考虑适当提高火焰中心，如燃烧器摆角适当上倾，或投入上层（组）燃烧器运行。

2.3.5 再热蒸汽的调节手段及方法

2.3.5.1 改变燃烧器上下倾角。

2.3.5.2 改变过量空气系数（氧量）。

2.3.5.3 上述措施仍未解决问题时，超温时开启事故喷水。

2.3.5.4 汽温低时，减少炉膛部分的吹灰，增加再热器部分吹灰。

2.4 给水的调整

2.4.1 给水调节的任务

（1）使给水量适应于机组负荷所需要的蒸发量；

（2）维持锅筒水位波动在± 50mm 范围内。

2.4.2 给水调节的方法

（1）锅炉启动和低负荷时，采用锅筒水位单冲量调节，给水通过装有调节阀的旁路进入锅炉；

（2）锅炉负荷＞30%时，采用锅筒水位、给水流量、主蒸汽流量三冲量控制汽动给水泵的转速，使给水由给水管道进入锅炉；

（3）当锅筒水位由于手动调整不当，造成锅筒水位上升时，可用开大连排门的方法，降低水位；

（4）低负荷区段，省煤器再循环间应打开，当给水流量＞25%MCR 时，省煤器再循环阀方可关闭。

2.4.3 各水位计指示必须准确，运行中的锅筒水位以就地的双色水位计为准，并定期与电接点水位表进行校核。

2.4.4 锅炉进行定期排污时，应加强对水位的监视与调整。

2.5 蒸汽品质控制的指标

2.5.1 从锅筒送出的蒸汽应满足下列要求：

阳离子导电度＜0.3 μg/l: 溶解氧＜10 μg/l；硅＜10 μg/l；

钠＜5μg/l；氯化物＜5 μg/l；铜＜2μg/l；铁 20μg/l；

2.5.2 蒸汽品质的调节方法

2.5.2.1 保证给水和给水品质。

2.5.2.2 控制连排门和定排门，保证锅炉水含盐量小于其蒸汽参数下的临界含盐。

2.5.2.3 控制锅筒水位在正常范围内±50mm，监视锅筒水位的变化，避免机组负荷的突然增加和蒸汽压力的突然下降。

2.6 锅炉吹灰

2.6.1 锅炉吹灰的目的：

（1）保持受热面的清洁；

（2）保持烟道畅通。

2.6.2 吹灰时的注意事项

（1）吹灰时适当提高炉膛负荷，并保持负荷稳定，加强对汽压、汽温的监视和调整。

（2）预热器的吹扫每班进行一次，其余受热面的吹灰，视各受热面的清洁情况，进行部分或全面吹灰。

（3）吹灰应按烟气流向顺序进行，并对称同时吹灰。

（4）吹灰应在 50%MCR 负荷以上，燃烧稳定时进行。若吹灰时负荷过低，由于带入水蒸汽，降低炉膛温度，会使一部分未燃烬的可燃物沉积于炉膛的角落和后部受热面管束部位，可能成为以后炉膛爆燃的一个原因。

（5）吹灰过程中不得打开吹灰器附近的孔门，观察燃烧情况，在炉内燃烧不稳定时应立即停止吹灰工作。

（6）严禁吹灰器在无蒸汽流入时伸入炉内，在吹灰器伸入或退出炉膛前，应保持汽门开启，始终保持有蒸汽流经吹灰器，以免吹灰器饶坏。

（7）在吹灰过程中，当电动机发生故障时，则应立即将吹灰器手动退出炉膛，退出后方可关闭进汽门。

（8）吹灰结束后，应关闭汽源疏水，恢复正常运行的炉膛负压。

3 锅炉机组的停运

3.1 停运方式及原则

停炉是指由于电网需要或发电机组本身的缺陷，使锅炉切断燃料和停止供汽。所以停炉的方式一般有三种：停炉至冷备用、停炉至热备用、事故停炉。

停炉至冷备用，指锅炉停运之后，一直冷至常温作备用或检修。这种方式一般采用滑压停炉，锅炉随机组负荷的减少而逐渐降低燃料，保证蒸汽温度、压力、流量适应于汽机的要求，直至停机和锅炉熄火。

停炉至热备用，指锅炉停运之后，尽量防止热量的损失，以便在较短的时间内重新启动，这种方式一般采用定压停炉。单元机组在 80%负荷以上，汽机逐渐关小调速汽门，降低负荷，汽机随锅炉燃烧率的逐渐降低而自动维持主蒸汽压力恒定减负荷，主蒸汽温度过热度≥100℃。否则，应适当降低主蒸汽压力的设定值。

事故停炉则是根据所发生事故而要求停炉，比如本体受热面的损坏，辅助系统的重大事故或汽机侧的故障和缺陷，它必须在工作负荷下，切断燃料，使锅炉迅速冷却。

3.2 停炉前的准备

与启动一样，停炉也存在着安全和经济两方面的问题，因而运行人员应在了解停炉目的以后，确定停炉方式，并做好停炉前的准备。

3.2.1 对燃油系统做一次全面的检查，确认燃油系统工作良好，油温、油压正常，并逐个对油枪进行检查，油路应畅通，雾化应良好，以便随时投用。

3.2.2 停炉前，尽量在燃烧稳定的时，对各受热面进行一次全面吹灰。

3.2.3 停炉前，应校对锅筒上、下水位，并进行一次排污。

3.2.4 根据停炉性质与时间长短，妥善处理原煤斗煤量与制粉系统的调配，以便烧尽各煤斗的煤。

3.2.5 检查各自动调节系统，确认其状态。

3.2.6 停炉前将冷灰斗内灰渣除净，同时应对锅炉本体进行一次全面检查，对设备所有缺陷，作详细的记录，以便检修。

3.3 停炉至冷备用

3.3.1 负荷 100%至 5%。

3.3.1 以 1.5%/min 负荷变化率。主汽压力变化率为 0.15MPa／inin.

3.3.2 将主汽温、再热汽温、减温水自动改为手动，在滑压过程中，注意炉内燃烧变化，适时投入油枪稳定燃烧。

3.3.1.3 降低负荷时，一般先对所有磨煤机均等地减少给煤率，直到给煤机转速降至 40%；然后再从最高层逐台停止相应的磨煤机，停磨煤机后应将煤粉管路系统吹扫干净。

3.3.1.4 当负荷降至 50%时，校对参数：主汽压力 10MPa，主汽温度 540℃，再热汽温 520℃。

3.3.1.5 负荷降至 50%，三台磨煤机运行，机组稳定运行 20～30 分钟。

3.3.1.6 空气预热器吹灰一次。

3.3.2 负荷 50%至解列

3.3.2.l 以 1.1%/min 速率继续降低负荷，并以 0.1Mpa/min 速率降低主汽压力。

3.3.2.2 当三台磨煤机的给煤机转速降至 40%，手动控制最上层给煤机调整至 25%，投入相邻层油枪，关闭给煤机前闸门，关闭热风门，等给煤机和落煤管无煤时，停给煤机，估计磨煤机煤粉抽空时，停磨煤机。当磨煤机出口温度低于安全值后，关闭冷风挡板。

3.3.2.3 当只剩两台磨煤机运行时，如有一台给煤机转速低于 50%，投相邻层油枪，然后随负荷降低而降低给煤机转速。

3.3.2.4 当负荷降至 35%时，进行电泵一汽泵切换，切换时注意给水压力、流量和锅筒水位

的变化并及时加以调整。
3.3.2.5 当两台给煤机转速降至 40%时，手动调节上层给煤机转速至 25%，关闭热风门挡板，停给煤机，估计磨煤机内煤粉己抽空时，停磨煤机，当磨煤机出口的温度低于安全值后，关闭冷风挡挡板。
3.3.2.6 负荷降至 30%，校对参数：主汽压力降到 7.5MPa，主汽温度 520℃，再热汽温 470℃。
3.3.2.7.当给水流量＜25%时，开启省煤器再循环阀。
3.3.2.8 当负荷降至 25%时，给水控制切为单冲量控制，切除高加时，应注意给水温度变化，并及时调整汽温。
3.3.2.9 当负荷在 20%时，停止最后一层制粉系统，停止两台一次风机及密封风机。
3.3.2.10 当负荷降至 20%时，手动控制下列操作。

(l) 过热器减温水量；
(2) 再热器减温水量；
(3) 燃烧器摆动角度。

3.3.2.11 负荷降至 10%时，校对运行参数：主汽压力为 4.7MPa，上汽温度为 450℃，再热汽温度为 430℃，并使燃烧器摆角处于水平位置。
3.3.2.12 发电机解列，汽机打闸停机，联系汽机，开启 30%旁路，利用 30%旁路控制降压速度。
3.3.2.13 汽机停止后，将锅筒水位上升至＋100mm，关闭给水调整门，关闭减温水隔绝门。立即打开过热器、再热器的疏水和排汽门，冷却过热器，防止汽压升高。
3.3.2.14 投入炉膛烟温探针。
3.3.2.15 如果锅炉进行干式保养，汽机停止后，继续运行 1 小时，干燥再热器，此时控制燃烧率，保证炉膛出口烟温＜538℃。如果锅炉进行湿式保养，锅炉可在汽机停运后马上停止，再热器空气门和疏水门均关闭。
3.3.2.16 汽机停运后，保持 30%风量直至锅炉熄火后，炉膛仍吹扫 5～10 分钟。
3.3.3 锅炉熄火
3.3.3.1 停止全部油枪，关闭燃油阀，开启燃油再循环阀，油枪经 5 分钟吹扫后退出。
3.3.3.2 熄火后保持 30%风量，炉膛吹扫 5～10 分钟，停送、引风机，预热器继续运行。
3.3.3.3 当炉膛出口温度低于安全值后，停止冷却风机。
3.3.3.4 送、引风机停止后，停暖风器系统。
3.3.3.5 手动调节给水量，向锅筒上水至最高水位（＋200mm），停给水泵，关闭加药和取样连排阀门。
3.3.3.6 停两台炉水循环泵，当炉水温度低于 150℃以下时，停第三台炉水循环泵。如锅筒水位降至最低水位，要启动电泵上水，操作水泵出口旁路调节阀，以 100t/h 流量上水至＋200mm。
3.3.3.7 风机停止后，仍应监视预热器出口烟温，一旦发现预热器出口烟温不正常升高，应检查原因，及时处理。
3.3.3.8 送、引风机停止后，预热器入口烟温低于安全值后，方能停止预热器运行。
3.3.3.9 引风机停止 5 分钟后，停止电除尘器运行。
3.3.3.10 当炉膛温度低于安全值后，停止火检风机运行。
3.3.3.11 当电除尘器下灰斗不落灰时，方能停止负压灰系统运行。
3.3.3.12 待压力降至 0.17MPa，打开炉顶所有空气门。
3.3.3.13 炉水温度＜93℃时，开启各疏水门将炉水放尽。
3.3.3.14 冬季停炉后，须将水封槽及冲灰管内的水放尽。

3.4 停炉至热备用

锅炉停运至热备用通常是在定压运行方式下进行，汽机逐渐关小调速汽门降低负荷。主蒸汽温度过热度＞100℃，否则适当降低汽压设定值。

3.4.1 停炉操作

(l) 主汽压力设定在 13.32MPa；

(2) 其余设备的切换与滑压停炉相同；

(3) 为保持锅炉热备用状态，锅炉熄火之后，过热器、再热器的疏水门、空气门应关闭；

(4) 两台送、引风机同时运行，只有在锅炉熄火，炉膛吹扫完毕后，停止一侧送、引风机，另一侧送、引风机继续运行至预热器进口烟温低于安全值后，方可停止，空气预热器仍继续运行，在预热器进口烟温低于低于安全值后，方可停止。

3.4.2 停炉过程中应注意事项

(1) 停炉熄火后，将给水调节由自动切换至手动调节，给水流量 42t/h 上水到＋200mm，停电动给水泵。当水位降至－200mm 时，应启动电动给水泵；

(2) 当空气预热器进口烟温在 150℃以上时，应注意监视；

(3) 当电除尘器振打完毕后，将除尘器灰斗，省煤器灰斗的灰全部除净后，停止除尘器灰斗加热；

(4) 锅炉熄火后至少保留一台炉水循环泵运行；

(5) 注意锅筒压力和预热器烟温的变化；

(6) 保持锅炉处于准备启动状态，并有专人监视，定期全面检查；

3.5 事故停炉

3.5.1 遇到下列情况之一时，应紧急停炉：

(l) MIT 应该动作而拖动时；

(2) 炉管爆破，不能保持锅炉正常水位时；

(3) 所有水位计损坏，无法监视锅筒水位时；

(4) 中间再热蒸汽中断时；

(5) 锅炉汽、水管爆破、威胁设备及人身安全时；

(6) 燃料在尾部烟道发生再燃烧，经处理无效，但排烟温度或主蒸汽温、再热汽温不正常地升高：

(7) 炉膛内或烟道内发生爆炸，使设备遭到严重破坏时；

(8) 锅炉压力超过安全阀动作压力而安全阀都不动作，同时电动释放阀无法打开；

(9) 安全阀动作后不回座，压力下降，温度变化到汽机不允许时：

(10) 锅炉严重缺水，任何一侧锅筒水位计水位低于－300mm；

(11) 锅炉严重满水，任何一侧锅筒水位计水位高于＋250mm；

(12) 两台送风机或吸风机全停。

3.5.2 事故停炉的操作

停炉的操作视当时事故严重程度决定。

3.5.2.1 在严重事故时，双手同时按下手动 MFT 按扭（直至 MFT 动作)。

(1) 将所有自动切换为手动操作；

(2) 立即停止送风机和一台吸风机，复置各跳闸设备开关，保持炉膛负压，待 5～10 分钟后，停止另一台吸风机：

(3) 注意保持水位，关闭一、二次汽减温水总门，停止定排和吹灰；

(4) 若因炉膛爆管停炉，可保留一台吸风机运行，待炉内蒸汽基本消失后，停止吸风机，若因省煤器爆管停炉，严禁打开省煤器再循环门

（5）如尾部烟道二次燃烧停炉后严禁通风。

3.5.2 若事故不十分严重时停炉

（1）一般按正常停炉减负荷，如果需要加大降荷速度，应慎重考虑；

（2）在降压过程中，必须密切注意炉水循环系有无发生气穴的可能，若无气穴发生，应保持锅筒水位在允许变化范围内；

（3）当送、引风机停止后炉水温度＜150℃，则停止炉水循环泵运行，若有气穴发生，应立即停止炉水循环系运行：

（4）锅炉熄火后，送、引风机以 30%的风量进行 5 分钟炉膛吹扫，手动调节送风机，以减少风量冷却锅炉，当预热器进口烟温低于安全值后，再停送、引风机。5 分钟后送引风机进、出口挡板自动打开

（若机组出现缺陷，要求锅炉加快冷却，当预热器烟温低于安全值时，仍保持一侧送、引风机运行。通过控制送风量来控制冷却速度。另外，也可通过增加上水、放水次数来加快冷却。）

（5）通过控制上蒸汽疏水来控制降压速度；

（6）当锅筒压力为 0.17MPa 时，打开炉顶所有空气门；

（7）当送、引风机停止 5 分钟后，送、引风机出口挡板，预热器进口烟气挡板，出口二次风挡板及电除尘器入口烟气挡板均开启：

（8）如需放水，应在炉水温度＜93℃时进行。

3.6 停炉注意事项

（1）停炉前，全面吹灰，解列前全部吹灰工作结束；

（2）停炉过程中和停炉后，都应严密监视锅筒水位，防止锅筒满水溢入过热器中，检查减温水阀门是否泄漏，防止有水通过一、二次汽管进入汽机：

（3）热备用时，应紧闭锅炉各门孔、风门及烟风挡板，尽量减少汽压的下降；

（4）锅炉降压过程中，根据负荷情况，及时调整燃料量和风量，保持燃烧稳定，及时调整给水量，维持锅筒水位正常；

（5）降压过程中，炉水温度变化应控制在一定范围内：

（6）炉水循环泵停止后，应继续注入低压冷却水，并监视炉水循环泵电机温度；

（7）若预热器污染严重，则停炉后应进行清洗；

（8）降压过程中，在不同负荷下及锅炉熄火后，记录各部位膨胀，以防泄漏：

（9）冬季停炉厂要做好锅炉的防冻措施。

4 锅炉的保养和防冻

4.l锅炉保养的原则。

锅炉停运后，为减轻锅炉的腐蚀，必须进行锅炉保养，其原则是：不让空气进入锅炉的汽水系统，保持停用锅炉汽水系统金属表面干燥，在金属表面形成具有防腐作用的保护膜，以隔绝空气使金属表面浸没在含有除氧剂或其他保护剂的溶液里。锅炉停用其间采用何种保养方法，应根据设备的实际情况确定，但不宜使用对人体和环境有害的方法。

4.2 保养的方法

4.2.1湿法保养

4.2.1.l根据保养期的长短各受压部件的保养依照表4进行。

保养期 \ 受压件		省煤器＋水冷壁	过热器	再热器	主汽管
短期	一周以内	满水十氮气加压 N_2H_4＝200mg/l NH_3＝10mg/l	充氮气	不处理	充氮气
长期	一周以上 一月以内	满水十氮气加压 N_2H_4＝300mg/l NH_3＝10mg/l	充氮气	充氮气	充氮气
	一月以上 六月以内	满水十氮气加压 N_2H_4＝700mg/l NH_3＝10mg/l	充氮气	充氮气	充氮气
	六月以上	满水十氮气加压 N_2H_4＝1000mg/l NH_3＝10mg/l	充氮气	充氮气	充氮气

表4 受压部件的保养方法

4.2.1.2最初运行水压试验后，省煤器、水冷壁、过热器和再热器注水溢满，锅炉充氮气至0.034MPa。

4.2.l.3以上湿法保养注水的PH值大约为 10。

4.2.1.4短期保养操作方法：

（1）锅炉按照停炉至冷备用湿法保养操作；

（2）锅炉熄火后，将锅筒水位提高至＋200mm，关闭连排、加药和取样门：

（3）当护水温度降到180℃以下时，加入氮和联氨溶液，同时维持炉水循环泵，运转约30分钟，使锅炉各部位的联氨浓度均匀，炉水中的联氨应小于200ppm，PH值为10。

（4）当锅筒压力低压 0.2MPa，开启氮气减压分路门，当氮气压力在 0.3MPa 以上时，开启锅筒充氮门及过热器充氮门，开始充氮；

（5）维持锅筒及过热器内氮气压力为 0.034MPa。

4.2.l.5 长期保养的操作方法：

（1）锅炉按照停炉至冷备用湿法保养操作；

（2）随着锅炉冷却，上水至锅筒水位＋200mm，关闭连排，加药和取样门；

（3）当炉水温度降至180℃以下时，根据保养时间的长短，加入不同的联氨和氨溶液，并维持炉水循环运转，直至锅炉各部位的联氨浓度搅拌均匀；

（4）当锅筒压力降到0.2MPa时，开启氮气减压旁路门，确认氮气压力在0.3MPa以上时，开启锅筒氮气门充氮，并保持锅筒内氮气压力为0.034MPa。

（5）过热器保养：

1）当锅炉冷却，汽压降到 0.2MPa，确认氮气压力正常，开启过热器及中汽管氮气门充氮：

2）当主汽温度降到 100°C以下时，维持过热器及主汽管内氮气压力 0.034MPa 以上；

3）向过热器充除氧水，其除氧水中联氮和氨浓度随保养时间长短而定。开始充水之前，关闭锅筒、过热器的充氮门，随后电动开启充水门，同时缓慢开启空气门，当空气门溢水后关闭停止进水；

4）确认全部满水后，开启充氮门，维持锅筒、过热器、省煤器氮气压力为 0.034MPa：

5）在向过热器和主汽管充水时，其充水温度与主蒸汽管温差≤50°C，同时在充水时要注意压力，防止超压。

（6）再热器的保养：

1）当再热器压力降到 0.2MPa 时，关闭再热器空气门；

2）再热器管壁温度降到 100°C时，关闭充氮门，根据时间长短确定除氧水中的联氨和氨的浓度，并通过减温器向再热器及再热汽管充水，在注水的同时，缓慢开启空气门，并维持再热器内压力不低于 0.02Mpa；

3）当空气门溢水后关闭空气门，停止注水；

4）开启再热器充氮门，确定充氮压力之后进行充氮，并维持再热器系统内氮气压力在 0.034MPa 以上：

5）若再热器保养时，管内已无压力，则在充氮前利用汽机真空系统进行抽真空，然后充人氮气，该操作应反复多次，直到管内无空气。

4.2.1.6 湿法保养注意事项

（1）保养期内应经常检查，确保各系统内的氮气压力在 0.034MPa 以上；

（2）停炉后若有设备要检修，只需要排放检修的部分，检修完成后，排放部分注入含氨和联氨的除盐水，并重新充氮；

（3）短期保养，开始时应化验水质有无异常，长期保养则需经常检查水质；

（4）为防止冬季过热器和再热器结冻，应有加热措施，并隔绝铜质元件和仪表。

4.3 干法保养

4.3.1 为了干燥再热器，汽机停止后开启高再空气门，锅炉继续运行 1 小时，控制燃油量＜10%MCR，炉膛出口烟温≤538°C同时，防止其它系统的疏水进入再热器。

4.3.2 当锅炉锅筒压力降为 0.2MPa 时，开启氮气减压旁路门，检查氮气压力在 0.3MPa 以上时，开启锅筒和过热器充氮门。

4.3.3 炉水循环泵出口门应开启。

4.3.4 开启定排门、连排门、省煤器放水门进行放水，放水时放水门应加以控制，注意锅筒压力不小于 0.1MPa，放水一段时间后，当锅筒筒内无水时，开启省煤器充氮门。

4.35 当连排箱内放尽水后，关闭连排门。

4.3.6 水冷壁、省煤器内放尽水后，关闭连排门和省煤器放水门。

4.3.7 维持水冷壁、省煤器、过热器主汽管系统内氮气压力在 0.034MPa 以上。

4.3.8 当再热器压力降至 0.2MPa 时，关闭高再空气门，开启再热器充氮气门开始充氮气，当再热管温度降至 100°C时，维持再热器系统内氮气压力在 0.034MPa。

4.3.9 关闭氮气减压旁路门，注意维持各系统内氮气压力在 0.034MPa 以上。

4.3.10 若锅炉原无压力需保养时，应先将锅炉及再热器系统抽真空，然后再充氮气。

4.3.11 定期化验氮气纯度，当氮气纯度下降时，应开启氮气减压旁路门，使用边排边充的方法，直到氮气纯度合格为止，在这过程中各系统内的氮气压力仍不得低于 0.034MPa。

4.4 锅炉检修期间的保养

锅炉机组停止后要检查时，无法对锅炉进行湿法或干法保养，可采用停炉前钝化的方法在管壁表面形成一层钝化保护膜，防止锅炉检修时的腐蚀。钝化操作如下：

4.4.1 关闭汽机主汽门，对空排汽后，停止连续排污及磷酸盐加药泵，关闭加药管入口门。

4.4.2 启动联氨和氨溶液加药泵，在除氧器出口加入联氨和氨溶液。

4.4.3 排尽磷酸盐溶液箱，装入联氨和氨溶液，启动磷酸盐泵，直接向锅筒内加药。

4.4.4 使炉水中联氨浓度达 300～400mg/l，炉水 PH=10.5，启动炉水循环泵，使炉水联氨均匀，并保持 2 小时。

4.4.5 当锅筒压力降至 7.5MPa 和 3.9MPa 时，分别排污半分钟。

4.4.6 按停炉至冷备用方式停炉，在 3.9MPa 锅筒压力下至少应保持 2 小时。

4.4.7 当压力降至 0.17 MPMPa 时，将所有空气门、排污门、疏水门全打开，进行底部放水，放水要迅速，防止蒸汽在过热器管壁中凝结。

4.4.8 若检修时间超过一个月以上，应在“ 余热烘干 ”的基础上，在锅筒水冷壁、过热器和省煤器集箱内加装吸水硅胶，硅胶应装在布袋内，并用专用容器，严防洒在设备中，每月检查一次干燥剂和内部的腐蚀情况。

4.5 锅炉防冻

4.5.l 锅炉本体及管道的防冻

1）进入冬季前应全面进行防冻检查，不能有裸露的管道；

2）运行中的管道不流动的部分，能排空者进行排空，不能排空者应定期进行排放或采取微流的办法，防止管道冻结；

3）停用的锅炉尽可能采用干式保养，必须进行湿式保养时，可轮流启动一台炉水循环泵运行；过热器和再热器部分应采取加热措施；

4）投入所有的防冻伴热系统。

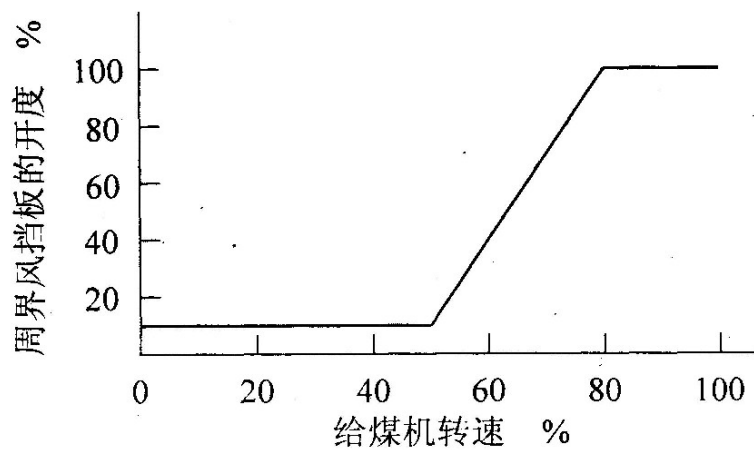
4.5.2 回转设备的冷却水应保持流动，否则应将冷却水系统解列，放去存水。

4.5.3 油系统伴热应保持投入运行。

4.5.4 若有冻结可能，应将炉水循环泵电机内的水放掉，与锅炉同时充氮保养或灌入防冻防锈液。炉水循环泵冷却器及其管道内的存水应放净。

4.5.5 冷灰斗水封用密封水适当开大保持溢液，防止冻结。

4.5.6 停用锅炉冬季应尽可能采用干式保养，过热器管壁温度＜2°C时应投入暖风器运行。空气预热器在暖风器投用后应保持运行状态。

4.5.7 如锅炉本体内有水，当炉水温度低于 10°C时应进行上水与放水，放水应在低点轮换进行。

周界风挡板的控制

压差与锅炉负荷之间的关系

31

OFA 档板之间的控制

油二次风档板的控制

32

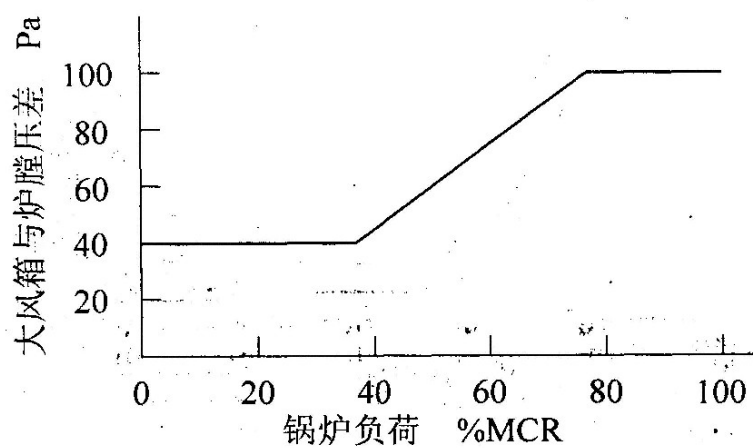
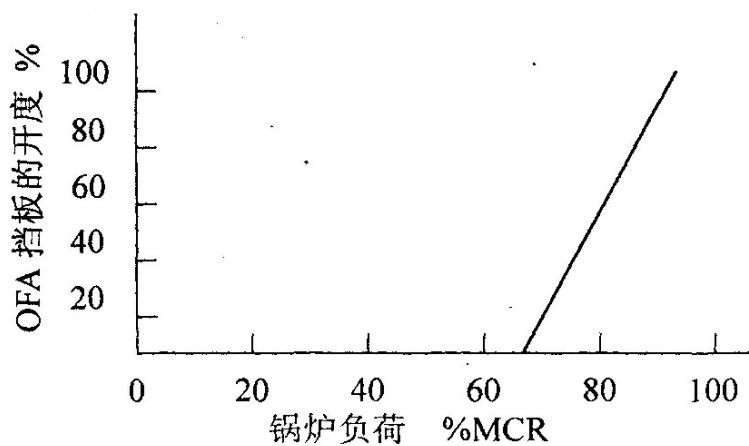
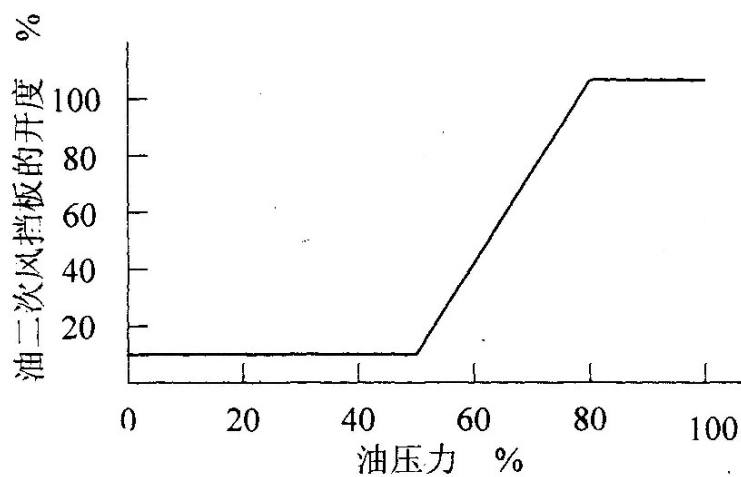
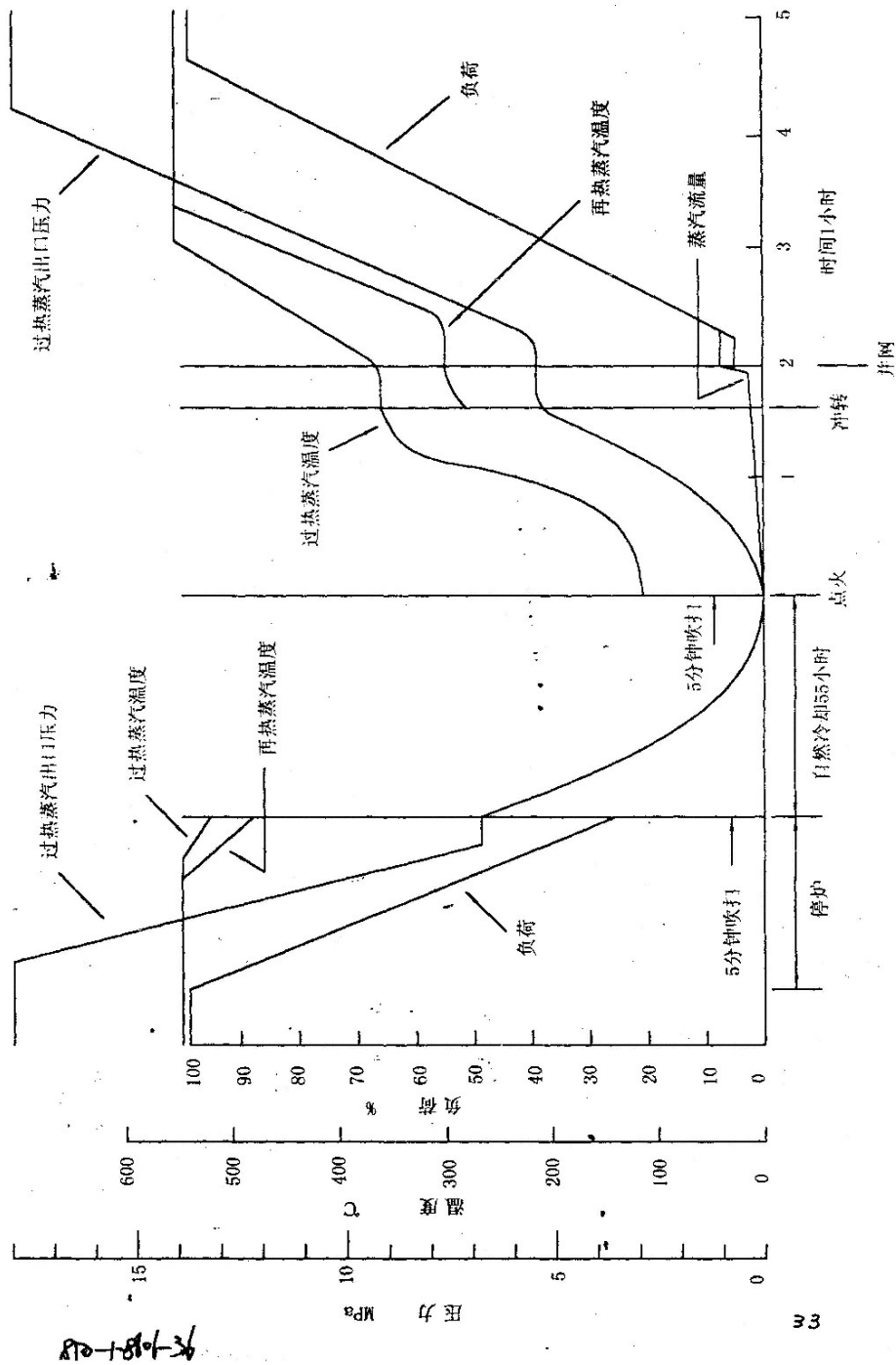



图1　锅炉冷态启动曲线（停炉自然冷却55小时后）

图2 锅炉热态启动曲线（停炉冷却8小时）